

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11077577
PUBLICATION DATE : 23-03-99

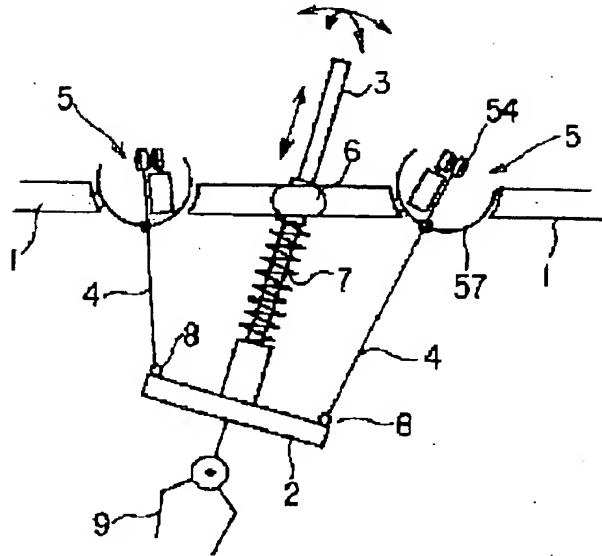
APPLICATION DATE : 02-09-97
APPLICATION NUMBER : 09236973

APPLICANT : TOSHIBA MACH CO LTD;

INVENTOR : KOBAYASHI YUJI;

INT.CL. : B25J 17/00 B25J 9/10

TITLE : WIRE DRIVING TYPE MANIPULATOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manipulator which furnishes a simple structure, can realize a small size and a light weight, and has a low manufacturing cost.

SOLUTION: A universal coupling 6 with a pair of spherical surface is provided to a base 1, and tilting frames 57 are provided at three positions making the same angle each other on a circumference making the universal coupling 6 as the center. A wire winding device 5 is installed to each tilting frame 57. A travelling plate 2 is provided at the lower side of the base 1, a center rod 3 is supported by the universal coupling 6 to allow the movement in the axial direction, and the front end of the center rod 3 is fixed at the center of the upper surface of the travelling plate 2. The front end of each wire 4 installed to each wire winding device 5 is connected to the peripheral edge of the travelling plate 2 through the universal coupling 8. A compression coil spring 7 is provided around the center rod 3, and one end of the compression coil spring 7 is received to the universal coupling 6 in the compressed condition, and its other end is received to the travelling plate 2.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-77577

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月23日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

B 2 5 J 17/00
9/10

B 2 5 J 17/00
9/10

K
Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-236973

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月2日

(71) 出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72) 発明者 小林 祐司

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式
会社沼津事業所内

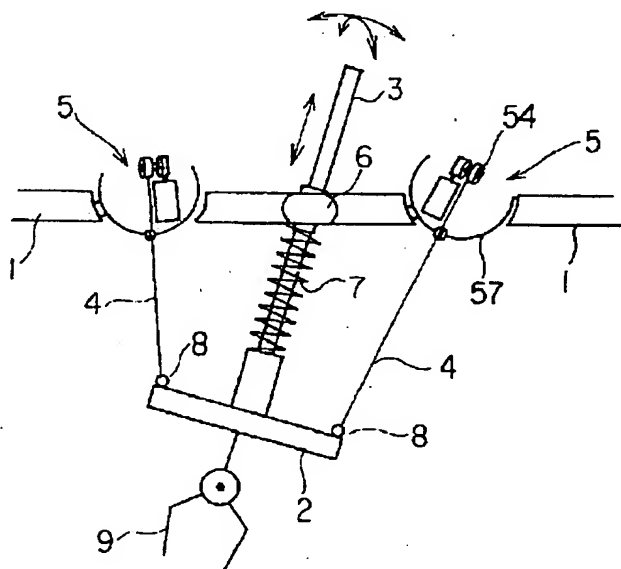
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 ワイヤ駆動式マニピュレータ

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構造を備え、小形化及び軽量化が可能で、製作費用が安価なマニピュレータを提供する。

【解決手段】 ベース1には球面对偶の自在継手6が設けられ、自在継手6を中心とする円周上の互いに等角度をなす3箇所に傾動棒57が設けられる。各傾動棒57にはワイヤ巻取装置5が取り付けられる。トラベリングプレート2はベース1の下方に配置され、センタロッド3は自在継手6に軸方向の移動が可能な状態で支持され、センタロッド3の先端はトラベリングプレート2の上面の中央に固定される。各ワイヤ巻取装置5に付けられた各ワイヤ4の先端は、トラベリングプレート2の周縁部に自在継手8を介して接続される。センタロッド3の周囲には圧縮コイルバネ7が配置され、圧縮コイルバネ7は圧縮された状態で、一端が自在継手6に受止められ、他端がトラベリングプレート2に受止められる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベースと、

前記ベースに取り付けられた自在継手と、
前記ベースもしくはこのベースと固定関係にある部材に取り付けられた少なくとも3台のワイヤ巻取装置と、
前記自在継手の周囲を取囲む様に前記ベース上に配置され、前記ワイヤ巻取装置からそれぞれ繰り出されるワイヤを走行自在に保持するガイドと、
前記ベースに対向して前記ベースの下方に配置されたトラベリングプレートと、
前記トラベリングプレートに取り付けられたエンドエフェクタと、
一端側が前記自在継手を介して前記ベースに傾動自在に支持され、他端側が前記トラベリングプレートの中央に連結されるとともに、前記他端側が前記自在継手に対して軸方向に移動自在に構成されているセンタロッドと、
前記センタロッドの他端側の連結部の周囲を取囲む様に前記トラベリングプレート上に配置され、前記ガイドを介して繰り出される前記ワイヤの先端を接続するワイヤ接続部と、
前記トラベリングプレートに対して前記ベースから引き離す方向の力を作用させ、これにより前記各ワイヤに張力を与えるワイヤ緊張手段とを備え、
前記各ワイヤ巻取装置を用いて前記各ワイヤの繰出量をそれぞれ制御することによって、前記ベースに対する前記トラベリングプレートの位置を制御することを特徴とするワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項2】 前記ワイヤ巻取装置は、前記ガイドを介して繰り出されるワイヤの方向に応じて傾動可能な様に前記ベースに取り付けられ、前記ワイヤがガイドの前後で常に一直線状に保たれる様に構成されていることを特徴とする請求項1に記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項3】 前記センタロッドは、1本の軸からなり、前記一端側が前記自在継手に軸方向の移動が可能な状態で支持されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項4】 前記センタロッドは、伸縮可能な部材からなり、前記一端側が前記自在継手に連結されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項5】 前記センタロッドの前記他端側は、前記トラベリングプレートに固定的に連結されていることを特徴とする請求項3または請求項4に記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項6】 前記センタロッドの前記他端側は、前記トラベリングプレートに傾動自在に連結されていることを特徴とする請求項3または請求項4に記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項7】 前記ワイヤ緊張手段は、前記センタロッ

ドに沿って前記自在継手とトラベリングプレートとの間に位置するように設けられた圧縮コイルバネであることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1つに記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項8】 前記トラベリングプレートの下方に下部ベースを更に備え、前記ワイヤ緊張手段は、前記ワイヤに対向して配置され、一端が前記センタロッドの連結部の周囲を取囲む様に前記トラベリングプレートに連結され、他端が前記下部ベースに連結された引張力付与手段であることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1つに記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項9】 前記引張力付与手段は、引張コイルバネであることを特徴とする請求項8に記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項10】 上部ベースと、

前記上部ベースに対向してその下方に配置された下部ベースと、
互いに対をなす様に配置され、その一方が前記上部ベースもしくはこのベースと固定関係にある部材に、他方が前記下部ベースもしくはこのベースと固定関係にある部材に設けられた少なくとも3組のワイヤ巻取装置と、
前記上部及び下部ベース上にそれぞれ対をなして配置され、前記ワイヤ巻取装置からそれぞれ繰り出されるワイヤをそれぞれ走行自在に保持するガイドと、
前記上部ベースと下部ベースとの間に配置されたトラベリングプレートと、
前記トラベリングプレートに取り付けられたエンドエフェクタと、
前記トラベリングプレートの上下面の周縁部近傍にそれぞれ対をなして配置され、前記ガイドを介して繰り出される前記ワイヤの先端をそれぞれ接続するワイヤ接続部とを備え、
前記各組のワイヤ巻取装置を用いて前記各組のワイヤの繰出量をそれぞれ制御することによって、前記ベースに対する前記トラベリングプレートの位置を制御することを特徴とするワイヤ駆動式マニピュレータ。

【請求項11】 前記ワイヤ巻取装置は、前記ガイドを介して繰り出されるワイヤの方向に応じて傾動可能な様に、前記上部ベースあるいは下部ベースに取り付けられ、前記ワイヤがガイドの前後で常に一直線状に保たれる様に構成されていることを特徴とする請求項10に記載のワイヤ駆動式マニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、工業用ロボット等において、工具等のエンドエフェクタを保持して、その三次元位置及び姿勢を制御するマニピュレータの構造に係る。

【0002】

【従来の技術】いわゆるパラレルリンクメカニズムに基

づくマニピュレータは、高剛性、高速度、高精度などの優れた特性を備え、工作機械、ロボットなどへの適用が検討され、注目を集めている。パラレルリンクメカニズムの一例として、上下二つのプラットフォーム（ベース及びトラベリングプレート）を6本の伸縮型のリンク機構で連結した「スチュワートプラットフォーム」、あるいは、特公平6-57394号公報に記載された、ベース及びトラベリングプレートを3本のリンク機構及び1本のセンタロッドで連結した「アーム装置」などが知られている。

【0003】これらの装置では、エンドエフェクタが取り付けられるトラベリングプレートをベースに対して、自在継手及び3本あるいは3組のロッドを用いて連結し、これらのロッドの繰出量をボールネジを用いて互いに独立に制御することによって、トラベリングプレートの三次元位置及び姿勢を制御している。しかしながら、この様に連結手段としてロッドを用いる構造は、構造が複雑になるので、装置が大型化し、重量が増加し、更に高価になるなどの問題がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の様な従来のマニピュレータの問題点を解決すべく成されたもので、本発明の目的は、簡単な構造を備え、小形化及び軽量化が可能で、製作費用が比較的安価なマニピュレータを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のワイヤ駆動式マニピュレータは、ベースと、前記ベースに取り付けられた自在継手と、前記ベースもしくはこのベースと固定関係にある部材に取り付けられた少なくとも3本のワイヤ巻取装置と、前記自在継手の周囲を取囲む様に前記ベース上に配置され、前記ワイヤ巻取装置からそれぞれ繰り出されるワイヤを走行自在に保持するガイドと、前記ベースに対向して前記ベースの下方に配置されたトラベリングプレートと、前記トラベリングプレートに取り付けられたエンドエフェクタと、一端側が前記自在継手を介して前記ベースに傾動自在に支持され、他端側が前記トラベリングプレートの中央に連結されるとともに前記他端側が前記自在継手に対して軸方向に移動自在に構成されているセンタロッドと、前記センタロッドの他端側の連結部の周囲を取囲む様に前記トラベリングプレート上に配置され、前記ガイドを介して繰り出される前記ワイヤの先端を接続するワイヤ接続部と、前記トラベリングプレートに対して前記ベースから引き離す方向の力を作らせ、これにより前記各ワイヤに張力を与えるワイヤ緊張手段とを備え、前記各ワイヤ巻取装置を用いて前記各ワイヤの繰出量をそれぞれ制御することによって、前記ベースに対する前記トラベリングプレートの位置を制御することとを特徴とする。

【0006】好ましくは、前記ワイヤ巻取装置を、前記

ガイドを介して繰り出されるワイヤの方向に応じて傾動可能な様に前記ベースに取り付け、前記ワイヤがガイドの前後で常に一直線状に保たれる様にする。

【0007】前記センタロッドは、1本の軸からなり、前記一端側が前記自在継手に軸方向の移動が可能な状態で支持される方式、もしくは伸縮可能な部材からなり、前記一端側が前記自在継手に連結される方式があり、前記センタロッドの前記他端側は、前記トラベリングプレートに固定的に連結してもよいし、また、傾動自在に連結してもよい。

【0008】なお、前記ワイヤ緊張手段として、例えば、次の様な構造を使用することができる。

(1) 前記センタロッドに沿って前記自在継手とトラベリングプレートとの間に位置するように設けられた圧縮コイルバネであり、この圧縮コイルバネが伸びる方向の力を利用して、前記各ワイヤに張力を与えるもの、あるいは、(2) 前記トラベリングプレートの下方に第二のベース（下部ベース）を配置し、前記ワイヤに対向して引張コイルバネなどの引張り付与手段を配置し、引張り付与手段の一端を前記センタロッドの連結部の周囲を取囲む様に前記トラベリングプレートに連結し、他端を前記下部ベースに連結し、この引張り付与手段を利用して、前記各ワイヤに張力を与えるもの。

【0009】また、本発明のワイヤ駆動式マニピュレータは、センタロッドを使用せずに構成することも可能で、この場合の構成は、上部ベースと、前記上部ベースに対向してその下方に配置された下部ベースと、互いに対をなす様に配置され、その一方が前記上部ベースもしくはこのベースと固定関係にある部材に、他方が前記下部ベースもしくはこのベースと固定関係にある部材に設けられた少なくとも3組のワイヤ巻取装置と、前記上部及び下部ベース上にそれぞれ対をなして配置され、前記ワイヤ巻取装置からそれぞれ繰り出されるワイヤをそれぞれ走行自在に保持するガイドと、前記上部ベースと下部ベースとの間に配置されたトラベリングプレートと、前記トラベリングプレートに取り付けられたエンドエフェクタと、前記トラベリングプレートの上下面の周縁部にそれぞれ対をなして配置され、前記ガイドを介して繰り出される前記ワイヤの先端をそれぞれ接続するワイヤ連結部とを備え、前記各組のワイヤ巻取装置を用いて前記各組のワイヤの繰出量をそれぞれ制御することによって、前記ベースに対する前記トラベリングプレートの位置を制御することとを特徴とする。

【0010】なお、この場合も、好ましくは、前記ワイヤ巻取装置を、前記ガイドを介して繰り出されるワイヤの方向に応じて傾動可能な様に、前記上部ベースあるいは下部ベースに取り付け、前記ワイヤがガイドの前後で常に一直線状に保たれる様にする。

【0011】本発明のワイヤ駆動式マニピュレータによれば、ワイヤ巻取装置を用いてワイヤの繰出量をそれぞ

れ独立に制御することによって、ベース（あるいは上部ベース）に対するトラベリングプレートの相対的な位置（従って、エンドエフェクタの位置）が制御される。ワイヤ巻取装置は、従来装置においてロッドの伸縮駆動用に使われているボールネジと比較して、構造が簡単であり、重量が軽く、装置の小型化が可能で、しかも安価である。

【0012】また、ワイヤ巻取装置を、繰り出されるワイヤの方向に応じて傾動可能な様にベースに取り付けられ、ワイヤの向きが変化しても繰り出量に影響を与えないので、制御が簡単になり、エンドエフェクタの位置の精度が向上する。

【0013】

【発明の実施の形態】

（例1）図1に本発明に基づくワイヤ駆動式マニピュレータの一例を示す。ベース1には、その中央部に球面对偶の自在継手6が設けられ、この自在継手6を中心とする円周上の互いに等角度をなす3箇所に、球面对偶の傾動棒57が設けられている。これら3個の傾動棒57には、それぞれワイヤ巻取装置5（図1にはその内の2個が示されている）が取り付けられている。トラベリングプレート2はベース1の下方に配置されている。センタロッド3は、自在継手6に軸方向の移動のみが可能な状態で支持され、センタロッド3の先端は、トラベリングプレート2の上面の中央に固定されている。トラベリングプレート2の上面の周縁部には、センタロッド3の先端の固定位置を中心とする円周上の互いに等角度をなす3箇所に、それぞれ自在継手8が配置されている。各ワイヤ巻取装置5から繰り出される各ワイヤ4の先端は、ワイヤ接続部としての自在継手8を介してトラベリングプレート2の周縁部にそれぞれ接続されている。

【0014】センタロッド3の周囲には圧縮コイルバネ7が配置されている。圧縮コイルバネ7は圧縮された状態で、一端が自在継手6に受け止められ、他端がトラベリングプレート2に受け止められている。この圧縮コイルバネ7が伸びる方向の力を利用してトラベリングプレート2を下方に押し付けることによって、各ワイヤ4に張力が付与される。

【0015】トラベリングプレート2の下面側の中央にはエンドエフェクタ9（工具あるいはワーク）が取り付けられる。このエンドエフェクタ9は、必要に応じて、位置及び姿勢が調整可能な様にトラベリングプレート2に取り付けることも可能である。

【0016】図2にワイヤ巻取装置5の構造の概要を示す。図2（a）に示す様に、ワイヤ巻取装置5は、巻取ドラム54をウォームホイール53及びウォーム52を介してサーボモータ51に接続することにより構成され、サーボモータ51により巻取ドラム54の回転角度を制御することによって、ワイヤ4の繰り出量が制御される。ワイヤ巻取装置5は、前述の様に球面对偶の傾動棒

57を介してベース1に取り付けられ、図2（b）に示す様に、傾動棒57の傾動中心59の回りで傾動することができ、ワイヤ4の元端は巻取ドラム54に巻き付けられており、ワイヤ4は、傾動棒57の開口部に設けられたガイド56を介して、傾動棒57の外へ繰り出されるようになっている。なお、傾動中心59は、巻取ドラム54からワイヤ4が繰り出される基点とガイド56とを結ぶ線上に位置し、ワイヤ4に張力が作用している場合には、ワイヤ4の繰り出し方向に応じて傾動棒57が傾動して、ワイヤ4の繰り出し方向によらずワイヤ4が傾動中心59を通る直線上で繰り出されるようになっている。

【0017】次に、図1に示したワイヤ駆動式マニピュレータの運転方法について説明する。トラベリングプレート2は、センタロッド3の先端に固定されているので、自在継手6を中心とする同心球面上を、当該同心球面に対する相対姿勢を維持した状態で三次元的に移動可能である。トラベリングプレート2の位置（センタロッド3の長手方向位置）及び姿勢（角度）すなわちトラベリングプレート2の三次元上の位置は、センタロッド3に取り付けられた変位検出器（図示せず）及び自在継手6に取り付けられた角度検出器（図示せず）などによって検出される。

【0018】トラベリングプレート2の位置及び姿勢の指令値と、上記検出器の出力から求められた位置及び姿勢の実測値との差に基づいて、サーボモータ51をフィードバック制御して各ワイヤ4の繰り出量を制御する。

【0019】トラベリングプレート2はコイルバネ7によって下方に押し付けられているので、各ワイヤ4は常に直線状に張られた状態が維持される。従って、各ワイヤ4の繰り出量と、トラベリングプレート2の位置及び姿勢とは、一対一に対応する。

【0020】また、ワイヤ巻取装置5は、前述の様に、繰り出されるワイヤ4の方向に応じて傾動する様に、傾動棒57を介してベース1に取り付けられているので、トラベリングプレート2の位置及び姿勢に従って各ワイヤ4の方向が変化しても、ワイヤ4は直線状態を保ち、ワイヤ4の繰り出量の誤差要因とはならない。なお、巻取ドラム54の回転量とワイヤ4の繰り出量との関係を予め求めておけば、ワイヤ4の繰り出量を正確に制御することができる。

【0021】（例2）図3に本発明に基づくワイヤ駆動式マニピュレータの他の例を示す。この例では、ワイヤ4に張力を与える手段として、図1に示した構成に代わって、以下の構成を採用している。

【0022】ベース1の下方には、ベース1に対向させて第二のベース（下部ベース）11が配置される。トラベリングプレート2は、ベース1と下部ベース11の間に配置される。各ワイヤ4にそれぞれ対応して引張コイルバネ17が配置され、各引張コイルバネ17の一端は

トラベリングプレートの下面の周縁部で、各ワイヤ4の先端が接続されている自在継手8の裏面側に当たる位置に連結され、他端は下部ベース11に連結されている。各引張コイルバネ17が縮小する方向の力を利用して、トラベリングプレート2を下方向に引っ張り、各ワイヤ4に張力を与えている。

【0023】なお、上記引張コイルバネ17は、各ワイヤ4と一対一に対応する必要はなく、複数のワイヤ4に対し、一つの引張コイルバネ17が共通に作用するようにしてもよい。

【0024】(例3) 図4に本発明に基づくワイヤ駆動式マニピュレータの他の例を示す。この例では、センタワッドを使用せずに、これに代わってトラベリングプレート2の下面の周縁部にもワイヤ14を取り付けて、トラベリングプレート2を支持している。

【0025】上部ベース1の下方には、上部ベース1に対向させて下部ベース11が配置されている。トラベリングプレート2は、上部ベース1と下部ベース11の間に配置される。トラベリングプレート2の周縁部の3箇所の上面及び下面には、それぞれ自在継手8、18が取り付けられている。これらの自在継手8、18に対応して、上部ベース1及び下部ベース11に、それぞれ3台のワイヤ巻取装置5、15が設けられている。これらのワイヤ巻取装置5、15は、それぞれ対をなすように配置され、各対の一方5は上部ベース1に、他方15は下部ベース11に設けられている。上部ベース1側に設けられたワイヤ巻取装置5と、トラベリングプレート2の周縁部の上面に設けられた自在継手8とは、ワイヤワイプ4を介して接続され、同様に、上部ベース11側に設けられたワイヤ巻取装置15とトラベリングプレート2の周縁部の下面に設けられた自在継手18とは、ワイヤワイプ14を介して接続されている。

【0026】各組のワイヤ巻取装置5、15を用いて各組のワイヤ4、14の繰出量を互いに制御することによって、各ワイヤ4、14に張力が与えられた状態が常に維持されるとともに、上部ベース1に対するトラベリングプレート2の三次元上の位置及び姿勢の制御が行われる。

【0027】(例4) 図5及び図6に本発明に基づくワイヤ駆動式マニピュレータのさらに他の例を示す。この例では、ベース1を天板20の下面に取り付け、ワイヤ巻取装置5を天板20が取り付けられている図示しない装置フレームに固定して取り付けられている。ワイヤ巻取装置5から繰り出されるワイヤ4は、ベース1の上面に取り付けられたガイド56を介してトラベリングプレート2に接続されている。

【0028】センタロッド3は、図6に示すように、上端が十文字状の自在継手61によりベース1に傾動自在に連結され、下端がトラベリングプレート2に固定されている。このセンタワッド3は、軸方向に移動自在に係

合されたシリンダ31とワッド32とからなっている。シリンダ31とワッド32は、図示しないスプラインまたはキーにより相対的な回転を規制され、自在継手61が同じく相対的な回転を規制する十文字状の自在継手であるため、センタロッド3を中心とするトラベリングプレート2の回転を規制するようになっている。

【0029】ワイヤ4を緊張させるための圧縮コイルバネ7は、シリンダ63とワッド64の間に設けられている。この例では、ワイヤ巻取装置5が傾動自在に取り付けられていないが、ワッド64の繰出量と、自在継手61によるセンタロッド3の傾斜角度を測定してワイヤ巻取装置5によるワイヤ4の繰出量をフィードバック制御することにより、トラベリングプレート2の位置及び姿勢を制御することができ、塵埃などを発生するワイヤ巻取装置5がエンドエフェクタ9から離れているため、例えば、充塵をきらう医用ロボットなどに適している。

【0030】なお、本発明は上記の各例に示された構成に限定されるものではなく、種々、変形を加えて適用することができる。例えば、例1及び例2の自在継手6は十文字状の自在継手でもよい。同様に、前記傾動棒57は十文字状の自在継手でもよい。また、前記の圧縮コイルバネ7あるいは引張コイルバネ17に代わって、シリンダとピストンからなる流体圧装置などの押付力または引張力付与手段を使用することもできる。また、図3の引張コイルバネ17は、前記自在継手8の各中間部の裏面側に当たる位置に固定してもよい。

【0031】

【発明の効果】本発明のワイヤ駆動式マニピュレータによれば、従来のロッド及びボールネジを用いて駆動するマニピュレータと比べて、構造が簡単になり、軽量化、小型化され、かつ安価に製作することができる。

【0032】また、ワイヤ巻取装置を、繰り出されるワイヤの方向に応じて傾動可能な様に前記ベースに取り付ければ、ワイヤの向きが変化しても繰出量が変化しないので、制御が簡単になり、エンドエフェクタの少なくとも三次元上の位置の精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づくワイヤ駆動式マニピュレータの一例を示す概要構成図。

【図2】(a)は、図1のワイヤ駆動式マニピュレータを構成するワイヤ巻取装置の部分拡大図、(b)は、ワイヤの繰り出し方向に応じて傾動棒が傾動する状態を説明する図。

【図3】本発明に基づくワイヤ駆動式マニピュレータの他の例を示す概要構成図。

【図4】本発明に基づくワイヤ駆動式マニピュレータの他の例を示す概要構成図。

【図5】本発明に基づくワイヤ駆動式マニピュレータのさらに他の例を示す概要構成図。

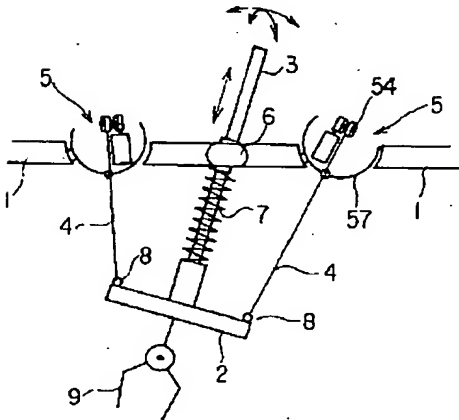
【図6】図5に示すセンタワッド部の詳細図。

【符号の説明】

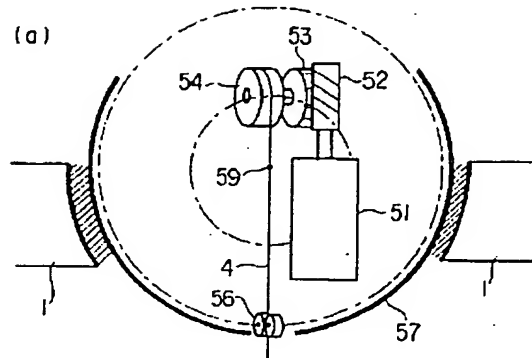
1・・・上部フレーム、2・・・トラベリングプレート、3・・・センタロッド、4・・・ワイヤ、5・・・ワイヤ巻取装置、6・・・自在継手、7・・・コイルバネ、8・・・自在継手、9・・・エンドエフェクタ、11・・・下部フレーム、14・・・ワイヤ、15・・・

ワイヤ巻取装置、17・・・コイルバネ、18・・・自在継手、31・・・シリンダ、32・・・ロッド、51・・・サーボモータ、52・・・ウォーム、53・・・ウォームホイール、54・・・巻取ドラム、56・・・ガイド、57・・・傾動棒、59・・・傾動中心、61・・・自在継手。

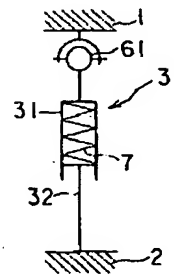
【図1】



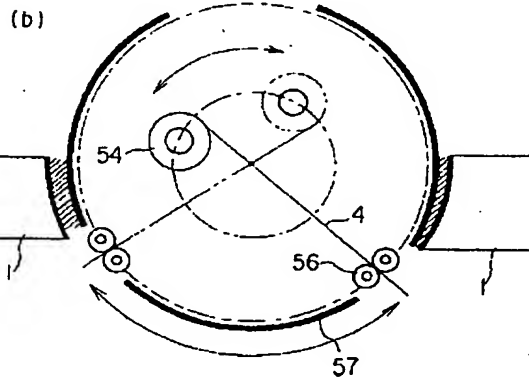
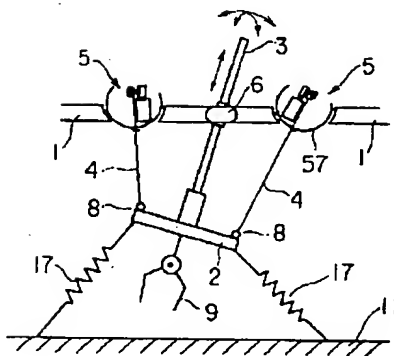
【図2】



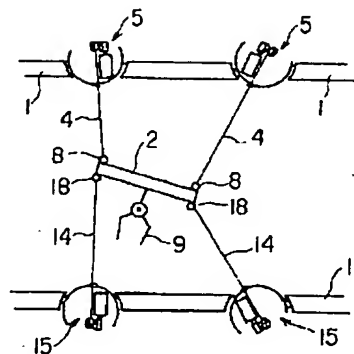
【図6】



【図3】



【図4】



【図5】

